

(5)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



PATENTAMT

Int. Cl. 3:

**H 03 K 3/45**

G 01 P 3/48

G 01 D 5/245

H 01 F 1/14

(11)

**Offenlegungsschrift****29 20 084**

(21)

Aktenzeichen:

P 29 20 084.8-31

(22)

Anmeldetag:

18. 5. 79

(23)

Offenlegungstag:

20. 11. 80

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

(54)

Bezeichnung:

Impulsgeber für die Abfrage durch Ummagnetisierung

(71)

Anmelder:

Vacuumschmelze GmbH, 6450 Hanau

(72)

Erfinder:

Pfeifer, Friedrich, Dipl.-Phys.; Radeloff, Christian, Dr.; 6454 Bruchköbel

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

2920084

—4— VP 79 P 9553 BRD

Patentansprüche

- (1) Impulsgeber für die Abfrage durch Ummagnetisierung, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem draht- beziehungsweise bandförmigen Stück (24) einer amorphen weichmagnetischen Legierung und einer Sensorspule (23) besteht.
2. Impulsgeber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorspule (23) das draht- beziehungsweise bandförmige Stück (24) aus einer amorphen weichmagnetischen Legierung umgibt.
3. Impulsgeber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einer weichmagnetischen Legierung mit einer Magnetostriktion  $0 \pm 2 \cdot 10^{-6}$  besteht.
4. Impulsgeber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einer unter Zugspannung stehenden weichmagnetischen Legierung mit positiver Magnetostriktion besteht.
5. Verwendung eines Impulsgebers nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bei einem Drehzahlgeber mit rotierendem Dauermagneten(21).
6. Verwendung eines Impulsgebers nach einem der Ansprüche 1 bis 4, für einen Stellungsgeber, bei dem der Impulsgeber zusätzlich von einer Erregerspule (33) umgeben und relativ zu einem Dauermagneten (34) bewegbar ist.

030047/0495

ORIGINAL INSPECTED

2920084

- 2 -

VP 79 P 9553 BRD

7. Verwendung eines Impulsgebers nach einem der Ansprüche  
1 bis 4 für einen Stellungsgeber, bei dem der Impulsgeber  
zusätzlich von einer Erregerspule (43) umgeben und benachbart  
dazu ein Dauermagnet (44) angeordnet ist und wobei diese  
Anordnung relativ zu einer zwischen Dauermagnet (44) und  
Impulsgeber einschiebbaren magnetischen Abschirmung (45)  
bewegbar ist.

030047/0495

VACUUMSCHMELZE GMBH  
Hanau

Unsere Zeichen  
VP 79 P 9553 BRD

5 Impulsgeber für die Abfrage durch Ummagnetisierung

Die Erfindung betrifft einen Impulsgeber für die Abfrage durch Ummagnetisierung.

- 10 Bekannt ist es, hohe Spannungsimpulse durch schnelle Ummagnetisierung kristalliner weichmagnetischer Werkstoffe mit rechteckförmiger Hystereseschleife zu erzeugen. Die Höhe des Spannungsimpulses ist dabei proportional der zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses. Verwendet wurden für diesen Zweck bisher kristalline Metallegierungen auf der Basis Nickel-Eisen mit 45 bis 81 % Nickel oder auf Kobalt-Eisen-Basis mit etwa 50 % Kobalt. Die Rechteckschleife wird bei diesen in Form von dünnen Bändern vorliegenden Werkstoffen entweder durch Wahl der Legierungskomponenten (Magnetostriktion  $\lambda$  in
- 15 Vorzugsrichtung gegen Null), durch kristallografische Texturen und/oder durch geeignete Wärmebehandlungen, beispielsweise in einem magnetischen Feld eingestellt. Nachteilig hat sich jedoch die hohe Empfindlichkeit dieser Werkstoffe gegen
- 20

16. 5. 1979 Ge/Ha

030047/0495

eine Verformung nach Einstellung der magnetischen Eigenschaften durch eine Wärmebehandlung erwiesen. Schon leichte Verformungen der schlüsseeglühten dünnen Bänder oder der aus diesen gewickelten Bandkerne können dabei zu einer erheblichen

5 Schädigung der magnetischen Eigenschaften führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Impulsgeber für die Abfrage durch Ummagnetisierung anzugeben, der aus einem gegen Verformungen relativ unempfindlichen Werkstoff besteht.

10

Dies wird bei einem Impulsgeber der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß er aus einem draht- beziehungsweise bandförmigen Stück einer amorphen weichmagnetischen Legierung und einer Sensorspule besteht.

15

Falls der Impulsgeber ortsfest angeordnet ist oder lediglich innerhalb einer durch Zuleitungen überbrückbaren Entfernung liegt, kann das draht- beziehungsweise bandförmige Stück aus einer amorphen weichmagnetischen Legierung vorteilhaft von 20 der Sensorspule umgeben sein.

Amorphe weichmagnetische Legierungen in Form von dünnen Drähten oder Bändern sind als relativ unempfindliche Werkstoffe gegen Verformungseinflüsse bekannt. Ferner weisen amorphe 25 weichmagnetische Legierungen herstellungsbedingt bereits weitgehend rechteckförmige Hystereseschleifen auf. Dabei liegt ihre Streckgrenze so hoch, daß sie wesentlich unempfindlicher gegen Verformungseinflüsse und damit gegen eine Schädigung ihrer magnetischen Eigenschaften sind als 30 kristalline weichmagnetische Werkstoffe. Durch Untersuchungen konnte nun die hervorragende Eignung von amorphen weichmagnetischen Legierungen für Impulsgeber festgestellt werden.

030047 / 0495

Besonders ausgeprägt ist die Rechteckigkeit der Hystereseschleife bei amorphen weichmagnetischen Legierungen mit niedriger Magnetostriktion (vgl. zum Beispiel DE-OS 25 46 676). Für Impulsgeber für die Abfrage durch Ummagnetisierung können 5 vorzugsweise insbesondere amorphe weichmagnetische Legierungen verwendet werden, deren Magnetostriktion  $0 \pm 2 \cdot 10^{-6}$  beträgt, d. h., deren Magnetostriktionswerte im Bereich von  $-2 \cdot 10^{-6}$  bis  $+2 \cdot 10^{-6}$  liegen. Beispielsweise weisen Legierungen mit der Zusammensetzung  $\text{Co}_{70}\text{Fe}_5\text{Si}_{15}\text{B}_{10}$  oder  $(\text{Co Fe Ni})_{78}\text{Si}_8\text{B}_{14}$  10 eine nahezu verschwindende Magnetostriktion auf. Mit Vorteil kann der Impulsgeber aber auch aus einer unter Zugspannung stehenden amorphen weichmagnetischen Legierung mit positiver Magnetostriktion bestehen.

15 Die erfindungsgemäßen Impulsgeber können vorteilhaft als Sensorelemente beispielsweise für Positions-, Drehzahl- und Stellungsgeber verwendet werden. Bei dieser Anwendung ist eine direkte Ansteuerung von Logikelementen von Steuer- oder Regelsystemen möglich.

20

Amorphe Legierungen können bekanntlich dadurch hergestellt werden, daß man eine Schmelze entsprechender Zusammensetzung so rasch abkühlt, daß eine Erstarrung ohne Rekristallisation eintritt. Die Legierungen werden dabei gleich bei ihrer

25 Entstehung in Form dünner Bänder gewonnen, deren Dicke beispielsweise einige hundertstel Millimeter und deren Breite beispielsweise einige Millimeter bis mehrere Zentimeter betragen kann. Je nach den Herstellungsbedingungen können die amorphen Legierungen vollständig oder teilweise amorph sein.

30 Im allgemeinen wird eine Legierung als amorphe Legierung bezeichnet, wenn der amorphe Anteil überwiegt. Die Zusammensetzung der bisher bekannten amorphen weichmagnetischen Legierungen kann mit der allgemeinen Formel  $T_y M_{100-y}$

030047/0495

beschrieben werden, wobei T wenigstens eines der Übergangsmetalle wie Eisen, Kobalt oder Nickel und M wenigstens eines der kristallisationsverzögernden metalloiden Elemente wie Kohlenstoff, Bor, Silizium oder Phosphor bedeutet und y in der 5 Regel zwischen 60 und 95 liegt. Zusätzlich zu den mit T bezeichneten Metallen können die amorphen Legierungen auch noch weitere Metalle, insbesondere Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Pd, Pt, Cu, Ag oder Au enthalten, während zusätzlich zu den metalloiden Elementen M oder gegebenenfalls auch an Stelle 10 von diesen, die Elemente Al, Ga, In, Ge, Sn, As, Sb, Bi oder Be vorhanden sein können. Die genannten Legierungen können bereits nach ihrer Herstellung so günstige weichmagnetische Eigenschaften aufweisen, daß im allgemeinen zur Einstellung einer Rechteckschleife keine Magnetfeldtemperung mehr 15 erforderlich ist. Vielfach können aber auch die weichmagnetischen Eigenschaften der genannten Werkstoffe durch eine unterhalb der Kristallisationstemperatur und unterhalb der Curietemperatur durchgeführte Wärmebehandlung, beispielsweise in einem magnetischen Längsfeld, noch weiter verbessert werden.

20 Anhand einiger Figuren und Ausführungsbeispiele soll die Erfindung noch näher erläutert werden.

Figur 1 zeigt schematisch eine Meßanordnung zur Bestimmung 25 der Amplitude, der Form und des Einsetzzeitpunktes des Spannungsimpulssignals bei einem anmeldungsgemäßen Impulsgeber.

Figur 2 A und 2 B zeigen schematisch einen Drehzahlgeber unter Verwendung eines anmeldungsgemäßen Impulsgebers.

30 Figuren 3 A bis D sowie 4 A bis D zeigen schematisch Stellungsgeber unter Verwendung eines anmeldungsgemäßen Impulsgebers sowie zugehörige Impulsdiagramme.

03004770495

Die Impulsmessungen an draht- beziehungsweise bandförmigen Stückchen aus amorphen weichmagnetischen Legierungen wurden mit Hilfe der in Figur 1 dargestellten Meßanordnung durchgeführt. Ein etwa 75 mm langes Probenstück 11, beispielsweise 5 aus einer amorphen weichmagnetischen Legierung der Zusammensetzung  $\text{Co}_{71}\text{Fe}_{5}\text{Si}_{8}\text{B}_{16}$ , wurde innerhalb einer etwa 15 mm langen Sensorspule 12 mit 1000 Windungen angeordnet, die sich wiederum innerhalb einer 60 mm langen Erregerspule 13 mit 120 Windungen befand. Als Kompensationsspule diente ebenfalls ein Aufbau 10 mit einer Erregerspule 16 und einer innerhalb dieser angeordneten Sensorspule 15. Beide Erregerspulen 13 und 16 waren in Reihe geschaltet und an einer Wechselspannungsquelle 14 angeschlossen, die es erlaubte, die Frequenz des erregenden sinusförmigen Feldes beispielsweise auf 0,1 beziehungsweise 1 kHz 15 einzustellen. Die beiden Sensorspulen 12 und 15 waren an einen Oszillographen 17 zur Messung der Höhe und Dauer des Spannungsimpulssignals angeschlossen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an verschiedenen amorphen weichmagnetischen Legierungen sind in den Tabellen I und II 20 zusammengefaßt. In Tabelle I sind in den einzelnen Spalten die Probennummern, die Zusammensetzung der verschiedenen amorphen weichmagnetischen Legierungen sowie deren Magnetostruktionswerte  $\lambda$  angegeben. In Tabelle II sind die Ergebnisse 25 der Untersuchungen an den in Tabelle I aufgeführten Legierungen zusammengefaßt. In der ersten Spalte sind dabei die der Tabelle I entsprechenden Probennummern angegeben. Die untersuchten amorphen weichmagnetischen Legierungen mit positiver Magnetostriktion lagen in Form dünner Bänder mit einer Dicke 30 von etwa 0,04 mm und einer Breite von etwa 1,1 mm vor. Der genaue Querschnitt  $q_{\text{Fe}}$  der Meßproben ist in Spalte 2 angegeben. In den weiteren Spalten sind folgende Meßwerte aufgeführt:

030047/0495

2920084

~~-6-~~

VP 79 P 9553 BRD

- die Frequenz  $f$  des erregenden sinusförmigen Feldes  
 (0,1 beziehungsweise 1 kHz), der durch die Erreger- und Kom-  
 pensationsspule fließende Strom in A, die Amplitude  $\hat{H}$  der  
 magnetischen Feldstärke H in A/cm, die Spannungsimpulse  $U_s$  in V,  
 5 die bei der Ummagnetisierung auftraten, die relativen  
 Spannungsimpulse  $\frac{U_s}{q_{Fe}}$ , schließlich noch die Gesamtdauer  $\Delta t$   
 und die Anstiegszeit  $\delta t$  des Impulssignals, die die Zeitdauer  
 bis zum Erreichen des Impulsmaximums angibt.

10

		<u>Tabelle I</u>	
	Proben-Nr.	Zusammensetzung	Magnetostriktion $\lambda$
	1	$Fe_{60}Ni_{21}B_{19}$	$+ 20 \cdot 10^{-6}$
15	2	$Fe_{40}Ni_{40}P_{14}B_6$	$+ 11 \cdot 10^{-6}$
	3	$Co_{71}Fe_8 Si_4B_{17}$	$+ 2 \cdot 10^{-6}$
	4	$Co_{71}Fe_5Si_8B_{16}$	$+ 0,1 \cdot 10^{-6}$

20

		<u>Tabelle II</u>							
	Proben- Nr.	$q_{Fe}$ $mm^2$	$f$ kHz	$i$ A	$\hat{H}$ A/cm	$U_s$ V	$U_s/q_{Fe}$ $V/mm^2$	$\Delta t$ $\mu s$	$\delta t$ $ns$
	1	0,060	0,1	2	40	2,5	42	50	30
25			1,0	0,2	4	2,8	47	50	30
	2	0,044	0,1	2	40	1,7	39	30	20
			1,0	0,2	4	2,0	45	30	20
30	3	0,040	0,1	2	40	3,0	75	30	8
			1,0	0,2	4	4,0	100	25	10
	4	0,035	0,1	2	40	3,0	86	25	20
			1,0	0,2	4	4,2	120	20	15

35

030047/0495

2920084

-7- VP 79 P 9553 BRD

- Aus Tabelle I in Verbindung mit Tabelle II ist zu erkennen,  
daß sich insbesondere durch amorphe weichmagnetische  
Legierungen mit verschwindender Magnetostriktion (zum Beispiel  
Legierungsprobe 4) relativ hohe Spannungsimpulssignale  
5 erzielen lassen. So ist beispielsweise bei der mit einem  
sinusförmigen Feld von 1 kHz erregten Legierungsprobe 4 ein  
relatives Spannungsimpulssignal von  $120 \text{ V/mm}^2$  gemessen worden.  
Dieser Wert ist um mehr als den Faktor 2 größer als das ent-  
sprechende Signal der Legierung 2, deren Magnetostriktion  
10  $11 \cdot 10^{-6}$  beträgt. Hervorzuheben ist ferner, daß bei Ver-  
wendung von amorphen weichmagnetischen Legierungen mit  
niedriger Magnetostriktion, vorzugsweise von solchen mit einer  
Magnetostriktion von  $0 \pm 2 \cdot 10^{-6}$ , sowohl die Gesamtimpuls-  
dauer des Spannungssignals als auch die Dauer des Spannungs-  
15 impulses bis zum Erreichen des Maximums (Impulsanstiegszeit)  
erheblich kürzer sind und somit die Ummagnetisierung schneller  
abläuft als bei amorphen Legierungen mit einer von Null sehr  
stark abweichenden Magnetostriktion.
- 20 Die Figuren 2 A und 2 B zeigen eine bevorzugte Anwendungsform  
des erfindungsgemäßen Impulsgebers bei einem Drehzahlgeber mit  
rotierendem Dauermagneten. Ein Dauermagnetkörper 21, bei-  
spielsweise ein quaderförmiges Stückchen aus einer Kobalt-  
Samarium-Legierung, ist am Umfang einer sich drehenden  
25 Scheibe 22 befestigt, beispielsweise aufgeklebt. Dreht sich  
nun der Dauermagnetkörper 21 an einem Impulsgeber vorbei, der  
aus einem von einer Sensorspule 23 umgebenen Streifen-  
element 24 einer amorphe weichmagnetischen Legierung besteht,  
so wird das Streifenelement 24 kurzzeitig ummagnetisiert und an  
30 den Enden der Sensorspulenwicklung entsteht eine Impuls-  
spannung, deren Dauer und Höhe von der Größe des Schaltfeldes  
abhängen. Ab einer gewissen Mindestgeschwindigkeit der

030047/0495

2920084

- 1V.

- 8 -

VP 79 P 9553 BRD

rotierenden Scheibe 22 kann mit Hilfe der in Figur 2 dargestellten Anordnung die Drehzahl, beispielsweise eines Motors oder eines Mengenzählers, bestimmt werden.

- 5 Neben der Ummagnetisierung des Streifenelementes durch Annäherung eines geeigneten Dauermagnetkörpers kann dieses auch durch eine stromdurchflossene Erregerspule ummagnetisiert werden. In den Figuren 3 und 4 sind schematisch weitere Anwendungsformen des Impulsgebers dargestellt, die beispielsweise  
10 für einen Stellungsgeber verwendet werden können. Der Impulsgeber ist hierbei, wie in Figuren 3 A und 3 C gezeigt, zusätzlich von einer Erregerspule 33 umgeben und relativ zu einem Dauermagnetkörper 34 beweglich. Wird das Streifenelement 31 aus der amorphen weichmagnetischen Legierung mit sinusförmiger  
15 Feldstärke und genügend hoher Amplitude erregt, gibt die Sensorspule 32 positive und negative Spannungsimpulse ab. Der zeitliche Verlauf des Signals der Sensorspule ist je nach Lage des Dauermagnetkörpers 34 in den Figuren 3 B und 3 D dargestellt. Wird nun ein Dauermagnetkörper 34 dieser Anordnung  
20 genähert, wie dieses schematisch in Figur 3 C dargestellt ist, wird das Streifenelement 31 magnetisch gesättigt und die Sensorspule 32 kann keine Impulse mehr abgeben (Figur 3 D).

- Eine Abwandlung des Impulsgebers nach Figur 3 ist in den  
25 Figuren 4 A und 4 C dargestellt. Der Impulsgeber ist wiederum von einer Erregerspule 43 umgeben. Benachbart hierzu ist ein geeigneter Dauermagnetkörper 44 angeordnet, wobei diese Anordnung dann relativ zu einer zwischen Dauermagnetkörper 44 und Impulsgeber einschiebbaren magnetischen Abschirmung 45  
30 beweglich ist. Bei eingeschobener Abschirmung 45 und Erregung mit sinusförmigem Feld von 1 kHz ergibt sich schematisch der in Figur 4 D gezeigte zeitliche Verlauf des Impulssignals.

03004770498

2920084

-11-

~~-9-~~ VP 79 P 9553 BRD

Ohne Abschirmung 45 ist das Streifenelement 41 magnetisch gesättigt und die Sensorspule 42 kann kein Signal abgeben (Figur 4 B).

- 5 Der erfindungsgemäße Impulsgeber eignet sich außer für die aufgezeigten Anwendungsfälle beispielsweise auch für Codiersysteme, bei denen Karten, die Streifen aus amorphen Legierungen enthalten, mit definierter Geschwindigkeit mit Motorantrieb an einem die Sensorspule enthaltenden Lesekopf vorbeigeführt werden.
- 10

030047 / 0495

Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

29 20 084  
H 03 K 3/45  
18. Mai 1979  
20. November 1980

2920084

VP79P9553 (1/2)

-13-

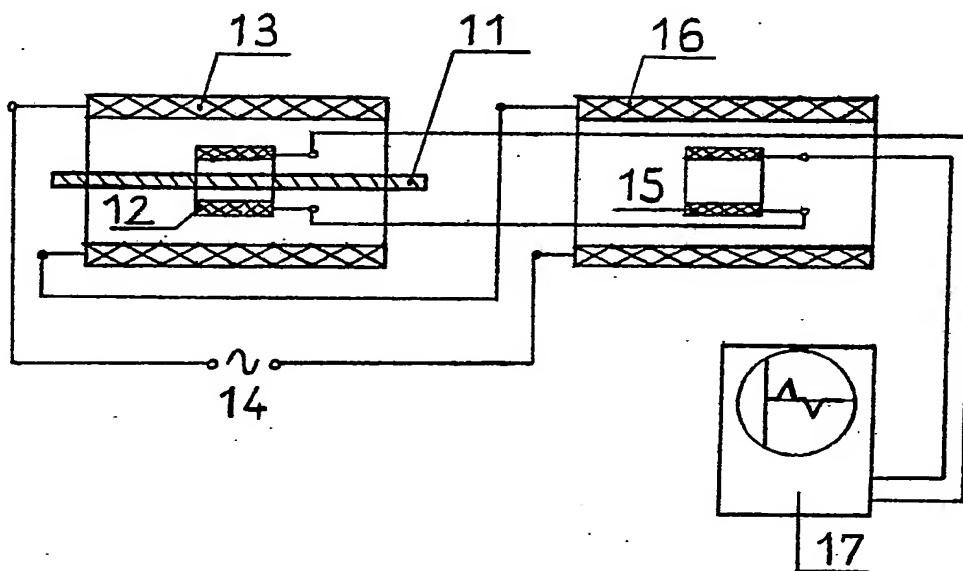


FIG 1

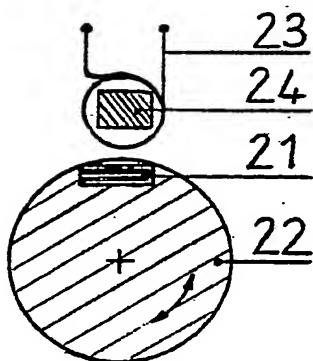


FIG 2A

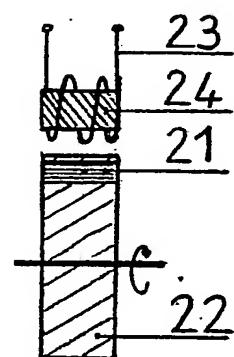


FIG 2B

030047 / 0495

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2920084

-12-

VP79P9553<sub>(2)</sub>

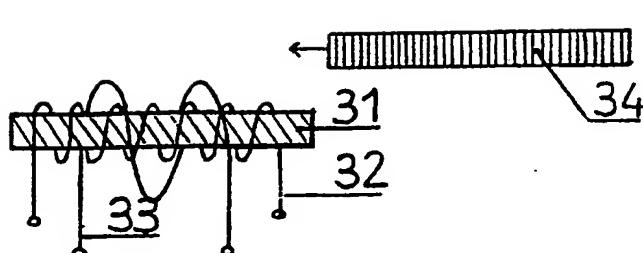


FIG 3A

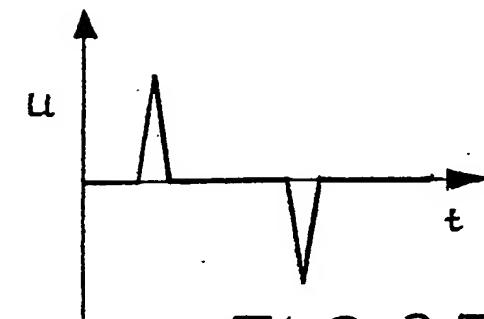


FIG 3B

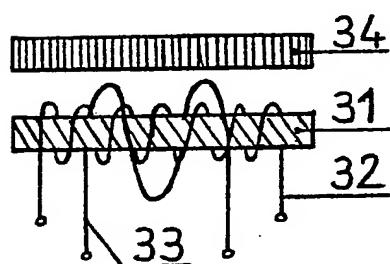


FIG 3C

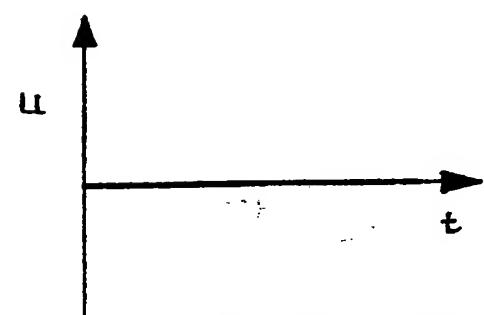


FIG 3D

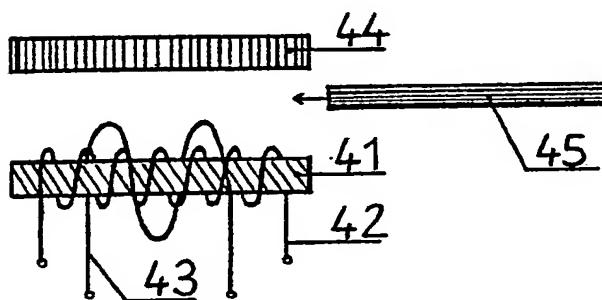


FIG 4A

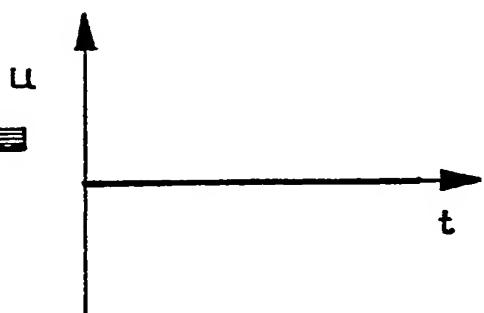


FIG 4B

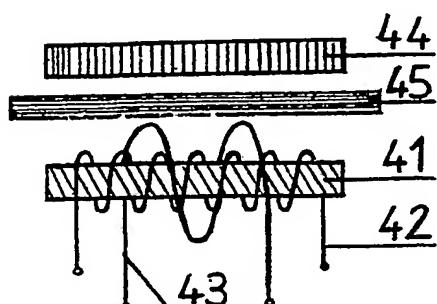


FIG 4C

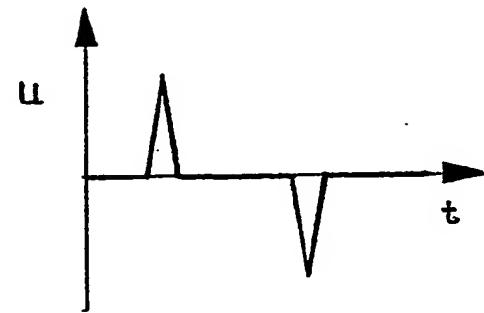


FIG 4D

030047/0495

THIS PAGE BLANK (USPTO)